

На правах рукописи

Мохамед Ахмед Хайдера Салем

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА  
БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО  
ЧЕРНОЗЕМА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

03.00.07-микробиология,  
03.00.04- биохимия

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидат биологических наук

КАЗАНЬ – 2005

Работа выполнена на кафедре микробиологии биолого-почвенного факультета  
казанского государственного университета им В.И.Ульянова-Ленина

Научные руководители:

кандидат биологических наук,  
доцент Алимова Ф.К.  
доктор биологических наук,  
профессор Багаева Т.В.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук,  
профессор Хохлова Л.П.,  
кандидат биологических наук,  
вед. науч. сотр. М.Н.Давыдова

Ведущая организация:

ГУП ГНУ “Татарский НИИ СХ  
Россельхоз академии” г. Казань

Защита диссертации состоится 27 октября 2005г. в 13 часов на заседании  
диссертационного Совета Д.212.081.13 при Казанском государственном  
университете им В.И.Ульянова-Ленина, 420008, Казань, ул. Кремлевская,18.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казанского  
государственного университета

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2005г

Учёный секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук, доцент

Аскарова А.Н.

## ВВЕДЕНИЕ

В современных экономических условиях, для устойчивого развития сельскохозяйственного производства необходимо эффективное использование пахотных земель, сохранение плодородия почв, сбалансированное использование почвенно-климатических ресурсов и биологических факторов интенсификации растениеводства.

Вовлечение почвенного покрова в сельскохозяйственное использование при непрерывной интенсификации сельскохозяйственного производства оказывает большое влияние на свойства практически всех типов почв, изменяя их химический состав, физическую структуру, содержание и качественный состав гумуса. Этим обусловлены значительные нарушения в функционировании почвы как природного тела, в формировании и активности ее живой фазы, в первую очередь микрофлоры, поскольку микроорганизмы являются исключительно чувствительными реагентами на изменения, происходящие в окружающей среде. Микробиологические процессы являются основой круговорота веществ и энергии в природе, в результате, которого рождается и сама почва и ее плодородие. Поэтому обращение к изучению почвенной микрофлоры и мониторинг изменений в этой важнейшей части почвенного покрова при его сельскохозяйственном использовании является в высшей степени **актуальным и практически значимым** [Паринкина, Ключева, 1995].

При выборе технологии обработки почв, агромелиоративных мероприятий необходимо помнить, что функционирование и реакция почвенных биоценозов на антропогенное вмешательство имеет как общие закономерности для всех типов почв, так и типовые особенности. Именно поэтому для каждого типа почв и определенных географических условий необходимо проведение отдельных, специальных исследований с целью установления эффективности применяемых систем удобрений и определения доз их внесения, приемов и сочетания основной и дополнительной обработки почвы, создание оптимальных севооборотов.

Несомненный интерес с точки зрения прогнозирования состояния агроэкоценозов, сохранения плодородия представляет оценка продолжительности действия различных мелиоративных и агрохимических приемов обработки на биологическую активность почвы в течение нескольких лет.

**Цель** настоящей работы - анализ состояния и биологической активности микробиоценоза тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема юго-западного Предволжья Республики Татарстан при использовании различных приемов

почвенной обработки (основная обработка, внесение удобрений, известкование) на третий год севооборота.

В **задачи** исследования входило:

1. Оценить последствие (на третий год после внесения) органических, органоминеральных, минеральных систем удобрений на микробиологические показатели изучаемой почвы;
2. Определить ряд показателей биологической активности почвы – респираторную и азотфиксирующую активность, а также активность почвенных ферментов дегидрогеназ, целлюлаз и фосфатаз, - при использовании различных систем удобрений через три года после внесения основной дозы удобрений;
3. Оценить влияние различных типов механической обработки (отвальная вспашка, безотвальное рыхление, ярусная вспашка, чизельная обработка) на микробиологические показатели изучаемой почвы;
4. Изучить влияние различных способов основной обработки почвы на уровень респираторной и азотфиксирующей активности, активности почвенных дегидрогеназ и фосфатазы, и распределение этих активностей по профилю почвы;
5. Оценить последствие (через три года после внесения) известкования на микробиологические показатели и биологическую активность изучаемой почвы.

### **Новизна**

**Впервые** проведен комплексный микробиологический и биохимический мониторинг состояния тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема юго-западного Предволжья республики Татарстан, отличающегося от аналогичных почв других зон сравнительно низким содержанием подвижных фосфатов, калия, гидролизуемых форм азота, более низким рН почвенной среды.

**Впервые** сделана попытка оценить влияние и эффект последствия различных типов антропогенного воздействия (механическая и химическая обработка) на биологическую активность изучаемой почвы.

В результате комплексного исследования тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема получены результаты, демонстрирующие благоприятное влияние смещенных удобрений на активацию процессов дыхания, азотофиксации и активности фосфатазы. **Впервые** выявлен доза зависимый эффект последствие высоких доз органических и органоминеральных удобрений на изучаемые показатели биологической активности.

**Впервые** проведен микробиологический мониторинг последствие минимальных обработок, приближенных к современной системе «No-till»

технологий. Показана предпочтительность использования на тяжелосуглинистых выщелоченных черноземах Татарстана ярусной и чизельной обработок почвы.

**Впервые** оценено последствие высоких доз известкования на биологическую активность изучаемого типа почв.

### **Практическая значимость**

Результаты, проведенных исследований могут быть использованы для биологического мониторинга состояния почв сельскохозяйственного назначения.

Кроме того, выявленные особенности могут быть использованы для создания алгоритма экологически безопасных систем агротехники для получения высоких урожаев на тяжелосуглинистых выщелоченных черноземах юго-западного Предволжья Республики Татарстан, на основе полученных данных.

Предложен более глубокий анализ органических кислот почвенных образцов, как дополнительный показатель биологической активности почвенных процессов.

Впервые дана оценка различных типов антропогенного влияния на микробиоценоз филосферы кукурузы, в том числе молочнокислых бактерий, что является важным показателем качества консервируемого растительного сырья, используемого в животноводстве.

**Апробация работы.** Материалы диссертации были представлены на научно-практической конференции «Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии» КГУ (г.Казань 2004г); на 8-ой Пущинской школе-конференции молодых ученых " Биология- наука XXI века (г.Пущино, 2004г), на XIII международной научной конференции "Ферменты микроорганизмов: структура, функции, применение"(г.Казань, 2005), на 9-ой Пущинской школе-конференции молодых ученых " Биология- наука XXI века (г.Пущино,2005г.), на Международной научно-практической конференции по развитию сотрудничества между Республикой Татарстан и Германией в рамках Президентской программы «Дни Германии в Татарстане и перспективы развития экологического сельского хозяйства и природопользования в республике Татарстан». (г Казань, 2004).

**Публикации.** По материалом диссертации опубликовано 12 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 148 страницах, состоит из обзора литературы, описания материалов и методов исследования, раздела собственных исследований, обсуждения результатов, заключения, выводов и списка литературы. Работа иллюстрирована 21 рисунком и 30

таблицами. Список литературы содержит 240 ссылок, из них 191 российских авторов.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Микробиологические показатели выщелоченного чернозема, вовлеченного в сельскохозяйственный оборот, достоверно отличаются от необрабатываемых территорий;
2. Различные системы основной обработки приводит к достоверному изменению активности микробиоценоза выщелоченного чернозема. Наиболее благоприятное действие, по сумме изучаемых показателей, на биологическую активность почвы, в данном регионе, оказывают чизельная и ярусная обработки;
3. Различные системы удобрений (минеральных, органических, органоминеральных) отличаются по эффективности и продолжительности воздействия на биологические свойства изучаемой почвы. Наиболее выраженное положительное последствие на выщелоченный чернозем отмечено для сложной системы органоминеральных удобрений;
4. Известкование оказывает пролонгированное положительное действие на биологические параметры и плодородие высоко буферных выщелоченных черноземов юго-западного Предволжья РТ.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Опыты проводили на базе Буинского ОПХ РТ – юго-западная часть Предволжья. Земля была включена в сельскохозяйственный оборот в 2000 году. Опытные делянки имели размер 100 м<sup>2</sup>. Повторность трехкратная.

Почва: тяжело–суглинистый выщелоченный чернозем. Имеет следующие характеристики: содержание гумуса – 5,72-5,74 %; подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 46 мг/кг почвы; обменного калия (K<sub>2</sub>O) – 30 мг/кг почвы; азота нитратного (NO<sub>3</sub>) – 1,57мг/кг почвы; азота аммиачного (NH<sub>3</sub>) – 10,8 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность – 5,25-5,49 мг эквивалента /100г; pH – 4,9-5,1.

В 2003 году (3-й год севооборота) выращиваемая культура - кукуруза.

В качестве контролей использовали почву, не подвергавшуюся обработке (целина) и вовлеченную в сельскохозяйственный оборот до изучаемых типов антропогенного воздействия (пашня).

Отбор исследуемых образцов почвы проводили в соответствии с правилами отбора проб для микробиологического анализа [Методы...,1991], в период перед

посевом кукурузы в апреле (20-22.04.03 г) и перед сбором урожая в августе (20-24.08.03 г.).

#### Типы антропогенных воздействий:

Органические удобрения - навоз (40, 60, 80 т/га), солома (4т/га), были внесены однократно в 2001 году. В этот же и последующие годы в ряд вариантов с органическими удобрениями вносили компенсирующие дозы минерального азотного удобрения (130 кг/га).

Минеральные удобрения были представлены -  $N_{130} P_{50} K_{90}$ , вносимым ежегодно, а также вариантами с компенсирующей дозой минерального азотного удобрения, вносимых ежегодно.

Основная обработка почвы Использовали следующие способы основной обработки почвы – отвальная вспашка на 25 см ('В'), безотвальное рыхление на 32 см ('Р'), ярусная вспашка на 25 см ('Я'), и чизельная обработка на 40 см ('Ч').

Известкование выщелоченного чернозема юго-западной части Предволжья РТ было проведено в 2000 году. Были внесены дозы извести 4,4, 8,8 и 13,2 т/га, что соответствует 0,5, 1,0, 1,5 дозам рассчитываемым по гидролитической кислотности (фактор А). На фоне указанных доз извести использовали минеральные удобрения  $N_{90} P_{60} K_{60}$  - фактор С (С0 – без удобрений, С1 - с удобрениями).

Численность микроорганизмов в почве определяли методом прямого учета люминесцентной микроскопией [Методы..., 1991].

Учет мицелиальных форм микроорганизмов проводился методом Хансена в модификации Мирчинк (1988).

Определение общей микробной биомассы в почве проводили экстракционно-фумигационным методом [Селивановская, Латыпова, 2001].

Определение потенциальной респираторной активности и активности азотификации осуществляли газохроматографическим методом [Гарусов А.В., 1999]

Активность ферментов определяли: дегидрогеназную активность почвы определяли методом Ленарда в модификации Колешко [1981]; фосфатазную активность почвы определяли по [Алимова с соавт., 1993]; целлюлазную активность почвы определяли методом Конга, Баландрю и Домерга [Колешко, 1981].

Органические кислоты определяли методом тонкослойной хроматографии [Prey et.al., 1962].

Оценку эпифитной микрофлоры и силосуемости зеленой массы кукурузы проводили по Теппер [1998] и Победнову [1999].

Статистическая обработка результатов. В работе все эксперименты были проведены не менее, чем в трехкратной повторности. Анализ полученных данных осуществляли с использованием стандартного пакета программ Excel, принимая критерий  $P \leq 0.05$  достаточным для достоверной разницы в результатах [Акберова, 2004].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Суммарная биомасса микроорганизмов тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема РТ вовлекаемого в сельскохозяйственный оборот до антропогенного воздействия (целина под травянистой формацией) составила 4,0-5,5 мг/г почвы. В структуре микробиоценоза доминируют мицелиальные формы грибов (80%), покоящиеся формы (споры) составляют приблизительно 5,0%, бактерии – 10%, мицелий актиномицетов менее 1%.

Под влиянием различных типов антропогенного воздействия отмечены изменения в структуре микробиоценоза, выразившееся в изменении общей биомассы и структуры микробиоценоза.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОГО ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА РТ

Известно, что внесение различных удобрений способствует повышению плодородия почв, позволяющих получать более высокие урожаи культивируемых растений. Однако для каждого типа почв и определенных географических условий необходимо проведение исследований с целью установления эффективности применяемых удобрений и определения доз их внесения. С этой целью были проведены исследования по влиянию различных доз навоза, соломы, смешанных и минеральных удобрений, внесенных в почву в 2000 году, на микробиологическую и биохимическую характеристику пахотного слоя выщелоченных черноземов Татарстана, и влияние данных показателей на урожай зеленой массы кукурузы полученной в 2003 году.

Интенсивность биологических процессов в почве оценивали по общепринятым параметрам: структура микробиоценоза почвы, респираторная



активность (по данным  $V_{\text{bаз}}$  и  $V_{\text{сир}}$ ), азотофиксирующей и ферментативной (дегидрогеназа, фосфатаза, целлюлаза) активностям.

Изучение влияния различных систем удобрений на биологическую активность почв показали, что ко времени сбора урожая количество углерода биомассы в окультуренных почвах возрастало в 1,5-2,0 раза по сравнению с весенними образцами в отличие от целинной почвы, где уровень массы микробиоценоза практически не изменился. Необходимо отметить, что к осени уровень биомассы в ряде вариантов с внесением удобрений достоверно превышал контроль без удобрений. Это, прежде всего, вариант с минимальной дозой навоза (40 т/га) – от 32 до 41 мг  $C_{\text{микро}}$ / кг почвы, а также вариант с ежегодным внесением полного минерального удобрения – от 32 до 35 мг  $C_{\text{микро}}$ / кг почвы (табл.1).

Установлено, что к третьему году после внесения органических удобрений, микробная биомасса достоверно была выше по сравнению с органоминеральными удобрениями. В опытах с органическими удобрениями очевиден положительный доза эффект. При этом кривая зависимости имела синусоидальный характер с достоверной тенденцией к снижению величины исследуемых параметров при дозах 60 и 80 т/га.

Количество различных морфологических групп к осени в большинстве вариантов возрастало, хотя и в различной степени. По численности бактерий кардинальных различий на третий год после внесения основного фона удобрений (как минеральных, так и органических) не отмечено.

В целом на третий год после внесения различных систем удобрений на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе юго-западного Предволжья республики

Татарстан наиболее выраженные изменения в биоморфологической структуре сообщества связаны с численностью мицелиальных грибов и их спор.

Выявлено последствие изучаемых систем удобрений на напряженность биологических процессов (табл. 2)..

Наибольшая интенсивность дыхания к началу третьего сезона выявлена в почвах с дозой навоза 80 т/га, к концу третьего года в почвах с дозой навоза 60 + комп.Н. Сходная тенденция отмечена в изменении активности азотофиксации: наибольшая активность при 80 т/га. Существенное увеличение двух указанных активностей может свидетельствовать о высокой интенсивности процесса минерализации почвенного углерода в этом варианте, что ведет к ускоренному истощению плодородия почв.

Таблица 1

Биологическая характеристика пахотного слоя изучаемой почвы при применении различных систем удобрений (горизонт 0-25 см)

Варианты опыта	Бактерии, N/г*10 <sup>10</sup>	Споры, N /г*10 <sup>6</sup>	Длина мицелия грибов, м/г	Длина мицелия актиноми- цетов, м/г	Биомасс а, мгС <sub>микро</sub> / кг почвы
Контроль (целина)	<u>10,2±2,3</u> 19,0±2,7	<u>22,2±1,9</u> 27,0±2,3	<u>992,0±16,0</u> 483,4±12,3	<u>36,6±8,7</u> 70,9±6,2	<u>12,6±2,1</u> 13,9±2,3
Контроль ( почва без удобрений)	<u>14,2±4,1</u> 23,0±2,4	<u>13,2±3,1</u> 26,0±3,0	<u>741,2±14,2</u> 978,0±10,1	<u>36,6±10,0</u> 87,2±7,8	<u>18,8±2,1</u> 26,6±2,4
Органические удобрения					
Навоз 40т/га	<u>13,4±2,6</u> 20,2±3,3	<u>20,2±4,5</u> 23,0±5,0	<u>745,2±9,8</u> 952,0±17,2	<u>54,2±12,0</u> 97,1±10,0	<u>18,8±2,6</u> 36,6±4,4
Навоз 60т/га	<u>12,4±4,6</u> 23,6±2,1	<u>16,4±3,2</u> 24,4±2,1	<u>558,4±16,0</u> 872,0±12,3	<u>39,5±11,8</u> 99,4±6,3	<u>14,8±1,7</u> 27,6±3,0
Навоз 80 т/га	<u>11,2±3,5</u> 24,2±2,0	<u>11,4±2,8</u> 25,2±2,6	<u>291,4±14,1</u> 692,4±13,0	<u>35,1±9,8</u> 10,9±6,8	<u>14,3±2,1</u> 26,5±5,3
Органоминеральные удобрения					
Навоз 40т/га+ ежегодно N <sub>150</sub>	<u>14,0±5,3</u> 24,4±3,3	<u>16,6±2,7</u> 25,4±2,9	<u>285,6±16,0</u> 978,0±9,6	<u>34,2±9,8</u> 87,1±4,4	<u>17,2±1,6</u> 31,8±3,7
Навоз 60т/га+ ежегодно N <sub>150</sub>	<u>13,2±2,0</u> 24,2±6,2	<u>23,4±3,8</u> 25,6±3,6	<u>466,4±17,2</u> 495,4±12,6	<u>33,3±8,4</u> 96,8±6,3	<u>14,1±1,9</u> 30,8±0,9
Навоз 80 т/га+ ежегодно N <sub>150</sub>	<u>13,4±1,7</u> 10,6±2,5	<u>19,4±3,4</u> 22,0±2,8	<u>287,6±11,0</u> 937,0±15,2	<u>39,1±9,5</u> 83,9±6,2	<u>14,5±2,1</u> 23,5±5,3
Солома 4 т/га+ ежегодно N <sub>150</sub>	<u>13,2±3,6</u> 26,0±2,3	<u>16,4±3,1</u> 22,2±2,9	<u>308,6±13,4</u> 941,0±10,2	<u>37,5±6,2</u> 86,2±6,4	<u>16,0±2,3</u> 25,8±3,3
Солома 4 т/га + навоз 40 т/га + ежегодно N <sub>150</sub>	<u>12,4±2,6</u> 26,0±2,7	<u>15,4±2,7</u> 28,2±5,2	<u>353,4±8,6</u> 935,0±7,8	<u>38,4±8,3</u> 86,9±6,2	<u>15,6±2,6</u> 24,6±2,0
Минеральные удобрения					
N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> ежегодно	<u>15,4±3,1</u> 21,2±1,9	<u>17,6±2,5</u> 28,4±2,2	<u>342,4±9,6</u> 807,1±4,2	<u>35,9±8,7</u> 86,4±5,3	<u>20,7±3,1</u> 33,8±1,5
P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + ежегодно N <sub>150</sub>	<u>16,0±2,6</u> 23,0±1,8	<u>9,6±3,3</u> 28,2±1,7	<u>522,2±12,0</u> 904,0±8,7	<u>41,6±7,9</u> 91,3±6,6	<u>15,1±4,7</u> 30,9±5,8
N <sub>150</sub> ежегодно	<u>12,4±1,6</u> 20,2±2,7	<u>11,4±1,2</u> 27,2±2,5	<u>466,2±3,2</u> 1011,0±6,9	<u>35,8±12,3</u> 90,4±26,4	<u>15,8±2,1</u> 30,9±4,8

- числителе представлены данные, полученные в апреле (04.03г), в знаменателе в августе (08.03г).

Активности фосфатазы и целлюлазы в вариантах с удобрениями также превышали показатели контрольных вариантов (табл. 2). Несмотря на

выявленное увеличение показателей фосфатазной активности к концу вегетативного периода при всех дозах навоза, в целом наблюдалась тенденция к снижению активности при возрастании доз удобрений.

Аналогичная картина отмечена и для целлюлаз. Положительный доза эффект наблюдается уже в вариантах с 40 т/га навоза.

Для дегидрогеназы отмечен достоверный отрицательный доза зависимый эффект при использовании органоминеральных удобрений.

Объем зеленой массы достоверно увеличивался по мере увеличения концентрации навоза. Таким образом, в нашем опыте и через три года отмечено положительное влияние органических удобрений на урожай зеленой массы кукурузы сохранился (табл.2). Наибольший урожай получен при внесении навоза с минеральным азотом, что соответствует данным литературы [Минеев, 2005]. Замена части навоза соломой несколько снижает урожайность. Однако, в наших опытах выявлено положительное действие соломы на биологическую активность микробиоценоза изучаемого чернозема, о чем свидетельствует качественное разнообразие органических кислот в почве. Минеральная система удобрений оказывала достоверный положительный эффект на урожайность зеленой массы ежегодном внесении полной системы.

Одной из задач настоящей работы была оценка качества зеленой массы кукурузы, полученной на изучаемом черноземе (на базе Буинского ОПХ РТ) при различной агротехнической обработке. В настоящее время кукуруза является основным источником сырья для силосования [Квасников с соавт., 1975, McDonald et al., 1991]. Скорость процесса сбраживания зеленой массы и качество продукта зависит от микроорганизмов, участвующих в этом процессе, качественный и количественный состав которых в существенной мере определяется эпифитной микрофлорой, которая в свою очередь меняется под действием агрохимической, механической, мелиоративной обработок. Результаты исследований показали, что все образцы зеленой массы кукурузы, выращенной при различных агротехнических обработках почвы пригодны для силосования. Наибольшая эффективность сбраживания ( $Y=1,27$ ) была выявлена в вариантах с внесением навоза.

## ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ТИПОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОГО ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА РТ

На сегодняшний день используют несколько основных типов основной обработки, каждый из которых имеет свои положительные и отрицательные стороны.

Анализ численности различных групп микроорганизмов по вариантам основной обработки в течение третьего вегетационного сезона выявил изменения в структуре микробиоценоза (табл. 3).

Представляет интерес оценка изменений изучаемых характеристик не только в динамике, но и по слоям пахотного горизонта, поскольку использованные способы основной обработки отличаются по интенсивности воздействия на почву. В наших опытах выявлено незначительное снижение численности бактерий с глубиной пахотного слоя (табл. 3).

Неожиданным оказался факт высокого содержания микроорганизмов в нижних слоях. Возможно, это связано с использованием в первый год опыта отвальной вспашки по всей площади, в результате чего микроорганизмы и органические вещества поверхностных слоев переместилось в глубину. Тем не менее, максимальное количество биомассы в случае отвальной вспашки и без отвального рыхления характерно для верхних слоев, тогда как при чизельной – более равномерное, с преобладанием в нижележащих горизонтах.

Следствием нарушения естественного расположения пластов почвы является изменение интенсивности дыхания (табл. 4). В наших опытах наибольшая стимуляция активности на фоне МСУ и ОМСУ отмечена в горизонтах, где определена наибольшая биомасса (Смикро.). Максимальный уровень активностей в абсолютном выражении выявлен в вариантах с ярусной и чизельной обработках.

Отмечено стимулирующее действие всех видов механической обработки почвы на азотфиксирующую активность. При всех способах основной обработки на фоне ОМСУ активность азотфиксации была выше практически во всех горизонтах. Наибольшая активность выявлена при чизельной и ярусной обработках.

Таблица 3

Распределение численности и массы микроорганизмов по горизонтам в выщелоченном черноземе юго-западного Предволжья Республики Татарстан к концу третьего сезона при различных способах основной обработки почвы\*

Вариант обработки	Глубина пахотного слоя			
	0-10см	10-20см	20-30см	30-40см
<b>Бактерий, N/г почвы*10<sup>10</sup></b>				
Целина	15,9±1,5	13,8±1,5	11,4±1,1	25,9 ±1,3
Отвальная вспашка, 25см	<u>15,9±2,1</u>	<u>13,8±1,9</u>	<u>11,4±1,8</u>	<u>25,9±1,9</u>
	12,2±1,7	13,1±1,8	11,3±1,8	21,4±1,3
Безотвальное рыхление, 32см	<u>12,2±1,7</u>	<u>14,8±2,3</u>	<u>12,0±2,0</u>	<u>27,3±2,1</u>
	14,1±1,7	15,5±2,1	12,7±1,7	24,5±1,1
Ярусная вспашка, 25см	<u>12,7±1,7</u>	<u>15,2±2,4</u>	<u>11,1±2,0</u>	<u>23,6±1,2</u>
	12,7 ±1,8	15,5±1,2	12,5 ±1,7	26,2±1,2
Чизельная обработка, 40см	<u>13,2 ±1,7</u>	<u>14,3±0,8</u>	<u>13,2±2,0</u>	<u>27,6±1,6</u>
	12,8±1,7	7,7±1,3	11,4±1,3	27,8±1,7
<b>Длина мицелия грибов м/г</b>				
Целина	391,1±9,8	287,5±9,0	535,0±8,0	375,0±10,0
Отвальная вспашка, 25см	<u>392,3±6,1</u>	<u>287,3±9,0</u>	<u>525,0±8,0</u>	<u>376,0±10,0</u>
	429,0±6,0	354,2±7,0	583,1±11,0	953,6±6,5
Безотвальное рыхление, 32см	<u>441,2±6,2</u>	<u>383,2±7,0</u>	<u>562,5±11,0</u>	<u>1337,1±6,5</u>
	387,1±6,0	266,6±7,2	404,1±10,2	114,1±7,2
Ярусная вспашка, 25см	<u>504,1±7,0</u>	<u>500,0±9,1</u>	<u>350,0±12,2</u>	<u>1051,1±8,5</u>
	766,3±6,1	408,2±8,4	408,1±8,3	872,3±7,4
Чизельная обработка, 40см	<u>493,3±7,3</u>	<u>287,5±8,0</u>	<u>466,1±8,0</u>	<u>587,3±9,7</u>
	845,4±11,0	710,8±13,0	558,3±11,0	668,7±10,0
<b>Численность спор N/г10<sup>6</sup></b>				
Целина	42,1±3,2	30,2±2,9	19,7±2,5	4,6±2,6
Отвальная вспашка, 25см	<u>40,6±5,0</u>	<u>30,2±4,0</u>	<u>19,7±4,0</u>	<u>4,6±4,2</u>
	20,8±3,0	18,8±2,9	18,7±2,9	2,9±3,4
Безотвальное рыхление, 32см	<u>42,1±5,1</u>	<u>33,3±4,2</u>	<u>25,5±4,3</u>	<u>3,0±4,6</u>
	25,0±3,3	23,9±3,4	35,4±3,3	2,6±2,2
Ярусная вспашка, 25см	<u>20,8±3,0</u>	<u>13,0±2,2</u>	<u>23,9±2,2</u>	<u>2,6±2,5</u>
	26,5±3,3	21,5±3,1	21,3±3,0	3,0±2,1
Чизельная обработка, 40см	<u>30,2±4,0</u>	<u>21,8±3,1</u>	<u>23,9±3,1</u>	<u>2,2±1,8</u>
	22,3±3,1	17,1±2,3	33,3±2,5	3,8±2,3
<b>Длина мицелия актиномицетов м/г</b>				
Целина	68,11±4,8	32,16±6,2	53,30±5,9	57,82±5,1
Отвальная вспашка, 25см	<u>73,82±7,0</u>	<u>32,16±5,3</u>	<u>53,30±7,2</u>	<u>57,81±6,3</u>
	75,02±9,8	42,02±6,4	55,81±5,8	80,73±5,0
Безотвальное рыхление, 32см	<u>14,02±2,2</u>	<u>42,51±6,1</u>	<u>44,54±6,2</u>	<u>10,28±1,3</u>
	11,49±2,6	37,95±5,9	28,32±5,3	90,47±5,2
Ярусная вспашка, 25см	<u>88,01±10,0</u>	<u>52,53±7,2</u>	<u>34,57±5,7</u>	<u>83,91±5,6</u>
	88,88±10,4	36,67±5,4	36,67±6,2	82,33±7,1
Чизельная обработка, 40см	<u>97,01±11,8</u>	<u>45,00±6,0</u>	<u>43,37±6,1</u>	<u>53,82±5,3</u>
	10,24±1,2	62,01±7,3	33,72±6,0	60,32±7,0
<b>Биомасса, мг C/г почвы</b>				
Целина	9,69±2,4	6,87±1,0	16,68±3,3	9,03±1,8
Отвальная вспашка, 25см	<u>38,79±2,9</u>	<u>8,44±2,1</u>	<u>45,81±4,1</u>	<u>10,76±2,0</u>
	25,34±1,7	8,54±1,2	15,44±2,1	8,93±1,1
Безотвальное рыхление, 32см	<u>38,18±4,4</u>	<u>12,17±2,9</u>	<u>17,69±3,2</u>	<u>12,77±2,4</u>
	42,30±6,6	5,99±1,5	25,29±2,6	15,26±1,5
Ярусная вспашка, 25см	<u>17,41±3,1</u>	<u>4,03±0,7</u>	<u>12,62±2,4</u>	<u>11,78±1,8</u>
	31,45±5,0	27,30±3,5	6,11±0,6	12,39±2,1
Чизельная обработка, 40см	<u>11,44±3,0</u>	<u>3,66±0,9</u>	<u>19,20±2,8</u>	<u>22,79±2,6</u>
	39,58±5,5	20,82±3,6	54,46±6,1	28,09±2,4

\*В числителе представлены данные, полученные на фоне МСУ, в знаменателе – на фоне ОМСУ.

Дегидрогеназная активность изучаемого чернозема весной 2003 года в окультуренной почве превышала значения целинной почвы на 10-40%. Наибольшие показатели на опытных участках отмечены на почвах, где использовали в качестве основной обработки отвальную вспашку, наименьшие – при рыхлении (табл.4).

Последствие разных способов механической обработки в случае дегидрогеназной активности по слоям было различным. Так, при чизельной и ярусной обработках выявлены наибольшие активности дегидрогеназы в верхних горизонтах, тогда как при отвальной вспашке наибольшая активность биохимических процессов переместилась в нижний пахотный и подпахотный слои.

Фосфатазная активность, к началу осени увеличивалась в большинстве вариантов, включая необрабатываемую почву (табл.4). При этом наибольший прирост активности был выявлен на делянках ярусной и чизельной обработок - на 35-40%. Снижение отмечено в вариантах с отвальной вспашкой и рыхлении. По данным изменения биологической активности по слоям почвы можно судить о предпочтительности чизельной обработки.

Выявленные различия в биологической активности изучаемого выщелоченного чернозема отразились на конечном результате - урожае зеленой массы кукурузы. Очевидно, что на урожай зеленой массы кукурузы оказали влияние и система удобрений, и способ механической обработки почвы (табл.4). Наиболее благоприятными для роста зеленой массы кукурузы оказались почвы после ярусной вспашки, наименее – при безотвальном рыхлении.

На эффективность силосуемости в данном разделе испытаний большее влияние оказала примененная система удобрений, чем тип механической обработки.

Сопоставление полученных результатов позволяют с определенностью говорить о достоверном влиянии способов основной обработки почвы на показатели биологической активности. Наибольшую активизацию биологической активности выщелоченного чернозема западного Предволжья РТ по всем изучаемым параметрам оказали ярусная и чизельная обработки.

Ценность различных методов основной обработки почвы, несомненно, может быть связана с щадящим режимом почвенной обработки, проявляющимся в том числе более высокими показателями содержания минеральных элементов питания, органического углерода.

## ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗУЧАЕМОЙ ПОЧВЫ

Известкование черноземов, обладающих высокой буферностью, до недавнего времени не практиковалось. Влияние извести на некоторые параметры биологической активности данного типа почв мало изученны.

Известкование изучаемого чернозема отразилось, прежде всего, на запасе общей микробной биомассы в целинной почве. Ко времени сбора урожая он увеличился почти в два раза – до 30-49 мг  $C_{\text{микро}}$  /кг, тогда как в варианте без агрохимической обработки практически не изменился (табл. 5). В вариантах с известкованием к концу третьего года биомасса возрастала, причем в опытах с 1,0 и 0,5 дозы извести прирост биомассы был больше на фоне удобрений.

Таблица 5

Последствие известкования на микробиологические показатели выщелоченного чернозема юго-западного Предволжья Республики Татарстан (горизонт 0-25см)\*

Варианты опыта	Бактерии $N/\Gamma \cdot 10^{10}$	Длина мицелия грибов, м /Г	Споры грибов, $N/\Gamma 10^6$	Длина мицелия актиномицето в м /Г	Биомасса, мг $C_{\text{микро}}/\Gamma$ почвы
Контроль (целина)	$22,1 \pm 2,7$ $11,5 \pm 1,4$	$962,0 \pm 14,0$ $339,4 \pm 14,5$	$23,4 \pm 2,8$ $36,2 \pm 2,6$	$77,5 \pm 8,9$ $50,2 \pm 3,8$	$15,07 \pm 3,93$ $36,53 \pm 6,49$
A3C0	$25,1 \pm 3,0$ $2,53 \pm 1,7$	$730,4 \pm 12,2$ $640,2 \pm 15,0$	$25,5 \pm 3,0$ $25,9 \pm 2,1$	$76,6 \pm 11,8$ $113,7 \pm 7,2$	$12,64 \pm 2,55$ $35,44 \pm 5,22$
A3C1	$19,4 \pm 2,4$ $20,7 \pm 1,5$	$872,0 \pm 13,4$ $705,1 \pm 14,5$	$25,5 \pm 3,1$ $22,1 \pm 2,6$	$76,6 \pm 10,0$ $75,3 \pm 5,9$	$45,41 \pm 5,80$ $35,14 \pm 5,33$
A2C0	$23,1 \pm 2,8$ $23,8 \pm 1,5$	$758,0 \pm 12,7$ $668,2 \pm 16,5$	$28,5 \pm 3,8$ $18,0 \pm 2,7$	$65,2 \pm 11,9$ $38,9 \pm 6,5$	$19,33 \pm 4,49$ $33,39 \pm 7,78$
A2C1	$28,0 \pm 3,3$ $20,5 \pm 1,6$	$832,2 \pm 13,0$ $687,4 \pm 15,1$	$25,5 \pm 3,0$ $24,5 \pm 2,9$	$88,1 \pm 10,9$ $123,5 \pm 8,1$	$20,71 \pm 2,39$ $46,82 \pm 4,78$
A1C0	$17,7 \pm 2,3$ $22,1 \pm 1,0$	$954,0 \pm 15,3$ $648,4 \pm 17,0$	$27,5 \pm 3,3$ $25,0 \pm 2,5$	$101,1 \pm 11,9$ $97,0 \pm 7,3$	$17,56 \pm 4,68$ $32,16 \pm 8,77$
A1C1	$21,3 \pm 2,6$ $2,27 \pm 1,6$	$929,0 \pm 14,0$ $783,2 \pm 15,5$	$25,5 \pm 3,0$ $25,5 \pm 3,0$	$88,1 \pm 10,1$ $90,4 \pm 6,6$	$17,06 \pm 2,98$ $46,28 \pm 6,61$
A0C0	$14,3 \pm 1,4$ $20,0 \pm 2,1$	$742,2 \pm 12,3$ $872,0 \pm 11,6$	$27,5 \pm 2,7$ $14,9 \pm 2,1$	$67,5 \pm 5,6$ $33,6 \pm 3,5$	$20,36 \pm 3,08$ $26,37 \pm 3,09$

\* В числителе представлены данные, полученные в апреле до посева кукурузы (04.03г) , в знаменателе за августе после сбора урожая (08.03г).

\*\* Обозначения: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> – известь в дозе 0,5, 1,0 и 1,5 дозы, рассчитанной по гидролитической кислотности; C<sub>0</sub> – без NPK, C<sub>1</sub> – внесение N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>

В третьем вегетационном сезоне выявлена нестабильность напряженности метаболических процессов (по отношению содержания спор к грибному мицелию) в целинной почве и в почве с минимальной дозой извести. Наибольший и стабильный во времени данный показатель - в варианте с 1,0 дозы извести.

Отмечена отрицательная доза зависимость интенсивности респираторной активности в весенний период и положительный к концу вегетационного периода от количества внесенной извести (табл. 6). Обратная сезонная доза зависимость выявлена в случае азотофиксирующей активности.

Наибольшая дегидрогеназная активность на третий год после известкования выявлена в почве варианта с 1,0 дозы извести на фоне NPK (табл.6.). Активность фермента в этом варианте превышала в 2 раза активность целинной почвы и примерно на треть – почвы без извести и удобрений в весенний период. Ко времени созревания урожая активность дегидрогеназ в почвах всех вариантов снизилась. Отмечена положительная корреляция ( $r=0,9$ ) между активностью дыхания и дозой извести.

Нами отмечены флуктуации фосфатазной активности. Вектор изменения фосфатазной активности определялся уровнем известкования (табл.6). Во всех известкованных вариантах фосфатазная активность снижалась к осени (достоверное снижение в обоих вариантах с 1,5 дозы мелиоранта и 1,0 дозы извести) как и в целинной почве. В варианте без известкования почвы отмечено достоверное повышение активности.

Оценка силосуемости зеленой массы показала, что кукуруза, выращенная на известкованных почвах хорошего качества. Наибольшая эффективность консервации ( $Y=1,22$ ) была выявлена у образцов, полученных на почвах с 0,5 и 1,5 дозы извести.

Совокупность полученных данных с достаточной определенностью свидетельствует, что наиболее оптимальной можно считать известь в концентрации 1,0 дозы на фоне удобрений. Именно при данном уровне нагрузки урожай зеленой массы был наибольшим (табл. 6).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для современного человечества задача поиска путей разрешения противоречия между непрерывно возрастающим масштабами деятельности человека и необходимостью сохранения природной среды одна из актуальных. Одним из удовлетворительных решений данной проблемы сегодня является смягчение этого противоречия путем строгого нормирования антропогенных



нагрузок [Гузов, Левин, 1991]. В современных условиях ведения земледелия особую актуальность имеют две проблемы. Первая – постоянно растущие затраты на производимую продукцию, вторая – потеря плодородия почв и ухудшение экологической обстановки. Для решения означенных проблем в РФ в 2003 году при поддержке МСХ РФ создан «Национальный фонд развития сберегающего земледелия».

Очевидно, что экологические модели технологии ресурсосберегающего производства товарной продукции земледелия необходимо апробировать на почвах определенных географо-климатических зон, прежде повсеместного использования. Предлагаемые технологии обязательно должны включать в себя мониторинг изменений свойств почв, в том числе биологических.

Микробиологический фактор занимает важное место в комплексе параметров, определяющих устойчивость почвенных систем к различным типам человеческого воздействия на них. Для изучения длительного антропогенного воздействия на почву важно подобрать такие микробиологические индикаторы и методы их определения, которые были бы приемлемы в конкретных условиях и дали возможность лучше оценить экологическое состояние и плодородие почвы. В большинстве случаев активность гидролитических ферментов, а также суммарная биологическая активность достаточно чувствительны и достоверно отражают экологическое состояние почвы и ее плодородие [Свирскене, 2003].

Агроклиматический район, в котором проводились наши исследования, считается умеренно теплым. Он занимает юго-западную часть республики Татарстан – Предволжье. По природным условиям относится к зоне лесостепи. Район благоприятен для возделывания всех видов многолетних трав и однолетних кормовых культур, в том числе, и теплолюбивых [Маликов, 2002]. Для черноземов этой полосы характерно относительно низкое содержание подвижных минеральных органогенных элементов – N, P, K. Проведенные нами исследования показали, что изучаемый чернозем Республики Татарстан характеризуется высокой микробиологической активностью.

Земли опытного участка были введены в сельскохозяйственный оборот в 2000 году. Уже через три года использования земель можно достоверно утверждать об увеличении биогенности изучаемых почв, т.е. увеличении биомассы в почве, что характерно для окультуренных почв вследствие изменения интенсивности и направленности биохимических процессов. Можно говорить и о наметившемся изменении биоморфологической структуры микробного

сообщества пахотных земель, тренд которого зависит от степени антропогенного вмешательства.

Внесение органических удобрений в почву благоприятно влияло на физико-химические характеристики почв. Отмечено увеличение содержания гумуса в образцах при внесении органических удобрений, увеличение обменных оснований, подвижных фосфатов, ионов фосфора и калия.

Органические удобрения, внесенные в почву, способствовали повышению напряженности биологических процессов. Значительно усилились процессы образования  $\text{CO}_2$ , азотофиксации и активность фосфатаз. Наибольшее базальное и субстратное дыхание и азотофиксация отмечалось при внесении в почву навоза с минеральным азотом. Активность фосфатазы, также выше при внесении навоза и минерального азота. Внесение органических удобрений способствовало повышению углерода биомассы в образцах почв.

Высокий урожай получен при внесении навоза с минеральным азотом, что соответствует данным литературы. Сопоставимые показатели урожая были получены при внесении соломы с минеральным азотом. Можно утверждать, что активация метаболических процессов осуществляемых в почвенных образцах, при внесении органических удобрений, будет способствовать повышению урожая и в последующие годы.

В качестве дополнительной характеристики почвенных образцов на способность к усилению их биологической активности в связи с применением различных систем удобрений можно рекомендовать определение качественного состава органических кислот. Так, нами было показано, что именно при внесении органических и органо-минеральных систем удобрений увеличивается качественный состав органических кислот в почве. Наиболее значимым с точки зрения качественного разнообразия органических кислот в почве для тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема юго-западного Предволжья оказалась система навоза + соломы +  $\text{N}_{130}$ . В этом варианте были идентифицированы помимо уксусной (характерной для всех вариантов) янтарная, яблочная, фумаровая кислоты.

Сопоставление полученных нами результатов позволяют с определенностью говорить о корреляции показателей биологической активности тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема юго-западного Предволжья республики Татарстан и способов его основной обработки. Наибольшую активизацию биологической активности выщелоченного чернозема западного

Предволжъя РТ по всем изучаемым параметрам оказали ярусная и чизельная обработки. На этих же вариантах был получен наибольший урожай зеленой массы кукурузы. Ценность этих методов основной обработки почвы, несомненно, может быть связана с щадящим режимом почвенной обработки, проявляющимся в том числе более высокими показателями содержания минеральных элементов питания, органического углерода. Необходимо отметить, что при всех приемах обработки внесение органо-минеральной системы удобрений было более эффективным по сравнению с минеральной системой.

Рыхление, относящееся, как и чизельная обработка к широко рекламируемым энергосберегающим 'No-till' технологиям, оказалась для плодородия изучаемой почвы не эффективной – на делянках с рыхлением отмечены более низкие показатели биологической активности почвы. И именно в этих вариантах получены наименьший урожай зеленой массы кукурузы в 2003 г.

Микробиологический мониторинг пахотного слоя тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема РТ на фоне известкования на третий год севооборота показал, что эта почвенная система достаточно устойчива к данному типу антропогенного воздействия. Тем не менее, известкование способствовало изменению биоморфологической структуры микробного сообщества в пользу бактериальной составляющей. Кроме того, анализ качественного состава микромицетов свидетельствует об увеличении грибов *p.Trichoderma* в известкованных почвах, что считается положительным явлением.

На третий год после внесения извести лучшие биологические показатели в целом были выявлены на делянках с 1,0 дозы извести, рассчитанной по гидролитической кислотности (8,6 т/га) на фоне NPK.

Необходимо подчеркнуть, что использование известкования даже на таких высоко буферных почвах как выщелоченный чернозем оказало несомненно благотворное влияние на изученные биологические параметры. Известкование даже в отсутствии дополнительного минерального питания способствовало повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Тем не менее, именно в вариантах с 1,0 дозы извести на фоне минеральных удобрений было оптимальным для получения самых высоких урожаев на протяжении четырех лет [Ломако, Алиев, 2004, Отчет..., 2004].

Полученные результаты помогут в разработке практических подходов к созданию безопасных систем агротехники для агроценозов РТ, позволяющих получать высокие урожаи и на долгие годы сохранить плодородие почвы.

В заключение хочу выразить искреннюю признательность и благодарность сотрудникам Тат НИИ Агрохимии и Почвоведения РАСХН за предоставленную возможность проведения микробиологических исследований чернозема юго-западного Предволжья. Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям – д.б.н. профессору Багаевой Т.В., к.б.н. доценту Алимовой Ф.К. за внимание и терпение, за умения и навыки, приобретенные в процессе этой работы, за помощь в написании и оформлении работы – к.б.н. Зариповой С.К. и к.б.н. Акберовой Н.И., а также благодарит коллег за моральную поддержку и участие в обсуждении результатов.

## ВЫВОДЫ

1. Введение тяжелосуглинистых выщелоченных черноземов юго-западного Предволжья Республики Татарстан в сельскохозяйственный оборот приводит к увеличению общей биомассы микроорганизмов и ее биологической активности.

2. Смешанные удобрения усиливают напряженность биологических процессов в тяжелосуглинистых выщелоченных черноземах. Активируются процессы дыхания, азотофиксации и фосфатазная активность. Внесение органических удобрений различного типа, в частности навоза и соломы, способствует увеличению разнообразия состава органических кислот в почве. Смешанные удобрения способствуют также увеличению численности бактерий и сокращают долю грибов и актиномицетов в структуре микробиоценоза.

3. Установлено, что доза навоза выше 60 т/га оказывает негативное последствие на общую биогенность изучаемого типа чернозема с одновременным увеличением интенсивности минерализации.

4. Наибольшую активизацию биологической активности тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема юго-западного Предволжья Республики Татарстан по всем изучаемым параметрам оказали ярусная и чизельная обработки, тогда как отвальная вспашка и рыхление либо не проявили своего действия, либо снизили эти показатели.

5. Последствие известкования выразилось в сохранении высокой биологической активности изучаемого тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема, проявившейся в показателях микробной массы и респираторной активности, а также урожайности возделываемых культур.

### Список публикаций по теме работы

1. Salem Mohamed A., Zaripova S.K., Lomako E.I., Alimova F.K., Yapparov A.X. Liming effect on biological activity of leached loamy chernozem //P Yemen. University Of Aden Journal of Nautral And Applied Sciences. – 2005.-V.9, № (2) - P.120-125.
2. Ломако Е.И., Салем М.А. Экологические аспекты влияния известкования на азотный режим чернозема выщелоченного// Труды ТатНИИ агрохимии и почвоведения. - 2005.- С.145-150.
3. Салем М.А., Вершинина В.И., Алимова Ф.К. Оценка силосуемости зеленой массы кукурузы, выращенной на выщелоченном черноземе при различных системах применения средств химизации // Труды ТатНИИ агрохимии и почвоведения - 2005.- С. 204-212.
4. Салем М. А., Зарипова С.К., Ильясов М.М., Гарусов А.В., Алимова Ф.К., Яппаров А.Х. Влияние различных способов основной обработки почвы на биологические свойства выщелоченного чернозема РТ. //Вестник ТО РЭА.- 2005.- №2. - С.27-30.
5. Салем М.А., Ломако Е.И., Гарусов В.С., Алимова Ф.К., Зарипова С.К., Яппаров А.Х. Оценка последствий известкования на биологические свойства выщелоченного чернозема. // Вестник ТО РЭА. - 2005.- №2. - С.31-33.
6. Салем М. А., Алимова Ф.К., Зарипова Н.К., Дегтярева И.А. Микробиологический мониторинг черноземной почвы РТ на фоне различных системах удобрения и механической обработки // Защита растения и охрана природы в Татарстане. – 2003. - Вып.7. – С.72-77.
7. Салем М. А., Гиниятов Н.Ш., Багаева Т.В., Зарипова С.К., Яппаров А.Х. Влияние удобрений на биологическую активность выщелоченного чернозема.// Ученые записки Казанского университета. Сер.биол. – 2005.- (в печати).
8. Салем М.А., Гиниятов Н.Ш., Ильясов М.М., Храмов И. Т., Ломако Е. И., Алимова Ф.К., Микробиологический мониторинг антропогенных ландшафтов Республики Татарстан//8-ая Пущинская школа-конференция молодых ученых” Биология - наука XXI века. 17-21 мая 2004г. - С.181.
9. Салем М. А., Алимова Ф.К., Гарусов А.В., Зарипова С.К., Багаева Т.В., Яппаров А.Х., Ильясов М.М. Влияние различных типов механической обработки с внесением минеральных и органо-минеральных удобрений на микробиологическую активность выщелоченного чернозема РТ//Материалы

ХІІІ міжнародної наукової конференції «Ферменти мікроорганізмів: структура, функції, застосування». 4-8 квітня. - Казань, 2005. - С.74-76.

- 10.Салем М.А., Алімова Ф.К., Ломако Е.І., Заріпова С.К., Храмов І. Т. Вплив різних доз вапна на фосфатазну активність чорнозема республіки Татарстан //9-а Пушкінська школа-конференція молодих учених ' «Біологія- наука ХХІ століття». - 18-22 квітня 2005г. -С.241.
- 11.Салем М.А., Алімова Ф.К., Ільясов М.М., Ломако Е.І., Заріпова С.К.Вплив механічної обробки і вапнування на чисельність мікроорганізмів чорнозема республіки Татарстан // 9-а Пушкінська школа-конференція молодих учених ' «Біологія- наука ХХІ століття». - 18-22 квітня 2005г. - С.-241.
- 12.Салем М.А., Алімова.Ф.К, Заріпова.С.К., Гарусов А.В., Ломако.Е.І., Багаєва.Т.В., Яппаров.А.Х. Вплив різних доз вапна на мікробіологічну активність чорнозема РТ//Міжд. науково-практ. конф. по розвитку співробітництва між Республікою Татарстан і Німеччиною в рамках Президентської програми «Дні Німеччини в Татарстані і перспективи розвитку екологічного сільського господарства і природопольовання в Республіці Татарстан». 5-6 листопада 2004. - С. 28.

Таблица 2

Биологическая активность выщелоченного чернозема при применении различных систем удобрений

Вариант опыта	Азотфиксации мкгN/кг*ч	V basal мгCO <sub>2</sub> /кг*ч	Vsir мгCO <sub>2</sub> /кг*ч	QCO <sub>2</sub> Vbasal/Vsir	Дегидрогеназа мг формазана /г/ 24 ч	Фосфатаза мг фенолфталеин фосфата/г/1ч	Целлюлаза, мг глюкоза /г/24 ч	Урожай ц/га
Контроль(целина)	<u>9,0±1,4</u> 29,2±1,3	<u>12,28±1,1</u> 12,28±1,1	<u>61,42±10,7</u> 67,37±9,6	<u>0,20±0,02</u> 0,18±0,01	<u>0,04±0,011</u> 0,03±0,008	<u>9,00±0,6</u> 7,74±0,3	0,068±0,001	±
Контроль (почва без удобрений)	<u>22,0±1,4</u> 40,2±1,4	<u>18,98±1,1</u> 9,67±1,0	<u>96,78±9,4</u> 110,80±17,8	<u>0,20±0,01</u> 0,09±0,01	<u>0,06±0,010</u> 0,03±0,030	<u>8,10±1,1</u> 13,86±0,3	0,080±0,012	235
Навоз 40 т/га	<u>26,0±1,3</u> 985,0±12,5	<u>19,00±1,1</u> 20,47±0,6	<u>98,8 0±10,1</u> 102,70±8,7	<u>0,20±0,05</u> 0,20±0,01	<u>0,05±0,011</u> 0,02±0,009	<u>8,12±0,2</u> 11,88±0,9	0,120±0,009	337
Навоз 60 т/га	<u>16,6±1,0</u> 350,2±10,6	<u>19,72±0,6</u> 14,14±0,6	<u>107,58±27,7</u> 80,04±14,0	<u>0,18±0,04</u> 0,18±0,05	<u>0,05±0,006</u> 0,02±0,003	<u>8,28±1,1</u> 9,18±0,6	0,400±0,029	356
Навоз 80 т/га	<u>54,0±1,8</u> 250,2±17,4	<u>22,33±1,1</u> 15,63±0,7	<u>141,82±7,9</u> 99,39±3,4	<u>0,16±0,04</u> 0,16±0,03	<u>0,05±0,006</u> 0,02±0,003	<u>6,48±1,1</u> 9,72±1,9	0,328±0,021	363
Навоз+40т/га+N <sub>15</sub> 0	<u>18,6±1,5</u> 22,4±1,2	<u>11,53±0,6</u> 12,65±0,6	<u>52,11±7,4</u> 81,52±9,5	<u>0,22±0,02</u> 0,16±0,03	<u>0,06±0,005</u> 0,02±0,007	<u>7,02±1,1</u> 9,90±0,8	0,120±0,009	343
Навоз60т/га+N <sub>150</sub>	<u>1,9±0,3</u> 57,0±1,8	<u>12,28±1,1</u> 23,45±1,7	<u>67,75±7,9</u> 163,79±24,0	<u>0,19±0,02</u> 0,15±0,03	<u>0,04±0,004</u> 0,02±0,003	<u>10,44±1,1</u> 9,54±0,6	0,106±0,007	370
Навоз 80 т/га+N <sub>150</sub>	<u>1,8±0,2</u> 123,0±10,0	<u>14,51±1,1</u> 19,35±2,9	<u>87,10±14,5</u> 118,00±21,8	<u>0,17±0,05</u> 0,16±0,01	<u>0,03±0,100</u> 0,02±0,010	<u>16,20±2,4</u> 9,54±1,4	0,095±0,0026	388
Солма+4 т/га+N <sub>150</sub>	<u>28,2±1,4</u> 35,2±1,2	<u>17,20 ±1,7</u> 13,40±2,2	<u>97,80±9,2</u> 83,01±1,1	<u>0,18±0,08</u> 0,16±0,03	<u>0,04±0,008</u> 0,02±0,004	<u>8,09±0,2</u> 8,10±0,2	0,375±0,026	302
Солма+4т/га+N <sub>150</sub> + 40 т/га навоз	<u>69,0±1,4</u> 349,2±9,2	<u>16,01±0,6</u> 11,91±0,6	<u>99,02±27,7</u> 65,14±1,7	<u>0,16±0,01</u> 0,18±0,01	<u>0,04±0,009</u> 0,03±0,003	<u>8,82±0,8</u> 6,12±0,6	0,402±0,035	364
P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> +ежегодно комп.доза N <sub>150</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub>	<u>14,1±1,0</u> 26,2±2,0	<u>13,10±1,7</u> 21,59±2,5	<u>69,61±10,7</u> 128,80±29,9	<u>0,19±0,02</u> 0,17±0,02	<u>0,05±0,009</u> 0,03±0,005	<u>8,64±1,4</u> 11,70±1,6	0,265±0,024	346
P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> +ежегодно комп.доза N <sub>150</sub>	<u>18,4±1,4</u> 82,0±1,3	<u>14,51±1,1</u> 13,77±2,3	<u>81,15±12,9</u> 75,94±8,9	<u>0,18±0,03</u> 0,18±0,05	<u>0,09±0,020</u> 0,03±0,004	<u>8,28±0,6</u> 8,,28±0,3	0,180±0,017	290
Комп.доза N <sub>150</sub>	<u>19,2±1,6</u> 70,2±1,5	<u>14,10±0,6</u> 27,30±1,2	<u>86,30±10,1</u> 136,00±17,8	<u>0,16±0,01</u> 0,20±0,05	<u>0,08±0,006</u> 0,03±0,003	<u>9,36±1,6</u> 6,48±1,6	0,171±0,015	275

\* В числителе представлены данные, полученные в апреле (04.03г) , в знаменателе за августе (08.03г).слой 0-25см

Биологическая активность выщелоченного чернозема по горизонтам к концу третьего сезона при применении различных системах обработки

Вариант опыта	Слой Почвы см	Азотфиксации мкгN/кг*ч	V basal мгCO <sub>2</sub> /кг*ч	Vsir мгCO <sub>2</sub> /кг*ч	QCO <sub>2</sub> Vbasal/Vsir	Дегидрогеназа мг формазана /г/ 24 ч	Фосфатаза мг фенолфталеин фосфата/г/1ч	Урожай ц/га
Контроль (целина)	0-10	4,0±0,8	10,33±0,39	21,66±2,4	0,50±0,02	0,045±0,003	6,12±0,31	
	10-20	7,2±2,5	11,73±0,70	25,12±2,4	0,46±0,07	0,033±0,004	7,38±0,31	
	20-30	6,4±0,8	12,28±1,57	20,66±2,3	0,59±0,01	0,027±0,006	7,56±0,54	
	30-40	213,0±12,5	3,91±0,78	13,40±1,5	0,29±0,09	0,024±0,003	5,51±0,35	
Отвальная вспашка 25 см	0-10	<u>98,2±2,4</u>	<u>10,05±0,6</u>	<u>21,21±5,5</u>	<u>0,47±0,16</u>	<u>0,041±0,006</u>	<u>4,32±0,47</u>	364 434
		2,4±0,2	8,10±0,18	34,06±3,9	0,23±0,05	0,060±0,006	8,10±0,54	
	10-20	<u>24±0,3</u>	<u>10,61±2,36</u>	<u>22,33±5,5</u>	<u>0,47±0,01</u>	<u>0,029±0,003</u>	<u>4,86±0,54</u>	
		60,3±4,2	9,49±2,36	31,26±4,7	0,30±0,12	0,039±0,008	8,64±0,54	
	20-30	<u>2,8±0,6</u>	<u>13,96±0,78</u>	<u>21,21±3,1</u>	<u>0,65±0,13</u>	<u>0,051±0,003</u>	<u>3,87±0,68</u>	
		6,0±0,9	11,72±2,36	17,86±1,5	0,65±0,07	0,045±0,006	3,15±0,78	
	30-40	<u>19,2±1,3</u>	<u>4,47±0,13</u>	<u>11,17±2,3</u>	<u>0,38±0,70</u>	<u>0,037±0,003</u>	<u>4,68±0,31</u>	
		49,1±1,5	5,03±0,78	11,17±2,3	0,42±0,01	0,037±0,003	6,30±0,31	
Безотвальное рыхление 32 см	0-10	<u>78,2±2,5</u>	<u>10,05±0,90</u>	<u>25,57±4,5</u>	<u>0,39±0,03</u>	<u>0,038±0,006</u>	<u>4,77±0,68</u>	345 422
		16,9±1,4	7,26±0,79	29,59±3,9	0,24±0,08	0,056±0,003	5,76±0,31	
	10-20	<u>3,6±0,8</u>	<u>10,61±2,36</u>	<u>20,66±2,3</u>	<u>0,51±0,17</u>	<u>0,039±0,011</u>	<u>10,4±0,31</u>	
		103,2±12,9	17,31±2,36	13,40±3,1	1,29±0,49	0,030±0,006	7,38±0,62	
	20-30	<u>3,8±0,4</u>	<u>25,68±1,57</u>	<u>21,77±3,9</u>	<u>1,17±0,29</u>	<u>0,044±0,008</u>	<u>5,22±0,16</u>	
		77,0±4,3	21,78±2,36	18,98±1,5	1,14±0,29	0,046±0,006	5,94±0,54	
	30-40	<u>71,2±4,2</u>	<u>6,70±1,57</u>	<u>16,75±1,5</u>	<u>0,40±0,05</u>	<u>0,034±0,003</u>	<u>5,49±0,87</u>	
		135,0±10,5	6,14±0,78	17,86±3,1	0,30±0,04	0,024±0,003	7,38±1,12	
Ярусная вспашка 25 см	0-10	<u>57,2±1,2</u>	<u>8,37±0,78</u>	<u>25,10±3,9</u>	<u>0,33±0,01</u>	<u>0,060±0,006</u>	<u>5,13±0,61</u>	414 482
		48,0±1,2	10,05±0,80	19,99±3,0	0,50±0,07	0,060±0,011	4,68±0,83	
	10-20	<u>21,4±1,4</u>	<u>20,10±3,10</u>	<u>21,33±0,7</u>	<u>0,94±0,11</u>	<u>0,054±0,003</u>	<u>7,38±1,12</u>	
		31,4±1,7	17,87±1,57	32,10±2,7	0,55±0,09	0,034±0,003	5,94±0,54	
	20-30	<u>33,6±1,5</u>	<u>25,12±2,36</u>	<u>17,86±1,5</u>	<u>1,40±0,08</u>	<u>0,029±0,003</u>	<u>5,13±0,81</u>	
		34,4±1,1	8,93±0,21	11,16±3,1	0,80±0,23	0,037±0,006	5,22±0,68	
	30-40	<u>93,2±8,4</u>	<u>12,84±2,36</u>	<u>9,49±0,7</u>	<u>1,35±0,36</u>	<u>0,031±0,003</u>	<u>6,30±0,54</u>	
		61,4±1,2	5,58±0,10	11,72±0,7	0,47±0,03	0,035±0,003	7,56±0,54	
Чизельная обработка 40 см	0-10	<u>3,8±0,6</u>	<u>10,89±0,39</u>	<u>37,00±5,2</u>	<u>0,29±0,06</u>	<u>0,051±0,003</u>	<u>5,31±0,16</u>	385 449
		44,0±1,8	12,29±1,57	48,02±4,7	0,25±0,08	0,062±0,003	6,30±0,12	
	10-20	<u>113,0±10,8</u>	<u>15,63±1,57</u>	<u>27,36±2,3</u>	<u>0,57±0,10</u>	<u>0,032±0,003</u>	<u>8,10±0,54</u>	
		280,0±12,8	13,96±0,78	15,12±2,8	0,90±0,11	0,037±0,004	7,44±0,82	
	20-30	<u>56,7±1,7</u>	<u>15,63±3,10</u>	<u>18,42±0,7</u>	<u>0,84±0,20</u>	<u>0,025±0,006</u>	<u>10,08±0,31</u>	
		104,0±9,2	17,31±2,30	25,12±2,3	0,68±0,15	0,037±0,003	10,44±0,82	
	30-40	<u>5,0±0,4</u>	<u>5,03±0,78</u>	<u>16,75±1,5</u>	<u>0,30±0,01</u>	<u>0,029±0,003</u>	<u>7,03±0,54</u>	
		206,0±14,8	8,93±1,57	11,44±0,4	0,78±0,11	0,028±0,006	6,30±0,12	

\*В числителе представлены данные, полученные на фоне МСУ, в знаменателе – на фоне ОМСУ



Таблица 6

Биологическая активность выщелоченного чернозема на фоне различных доз известкования

Вариант опыта	Азотфиксации мкгN/кг*ч	V basal мгCO <sub>2</sub> /кг*ч	Vsir мгCO <sub>2</sub> /кг*ч	QCO <sub>2</sub> Vbasal/Vsir	Дегидрогеназа мг Формазана/г/ 24 ч	Фосфатаза мг фенолфталеин фосфата/г/1ч	Урожай ц/га
Контроль (целина)	<u>143,0±2,0</u> 10,6±1,2	<u>13,32±1,94</u> 14,96±0,94	<u>10,38±0,58</u> 79,20±8,78	<u>1,22±0,22</u> 0,19±0,03	<u>0,042±0,008</u> 0,030±0,009	<u>8,82±0,31</u> 6,93±0,31	--
A3C0	<u>120,2±2,3</u> 70,3±1,6	<u>11,53±1,70</u> 12,26±1,14	<u>8,18±0,64</u> 80,07±5,79	<u>1,41±0,25</u> 0,15±0,01	<u>0,042±0,008</u> 0,035±0,005	<u>16,02±0,30</u> 6,57±0,68	352
A3C1	<u>42,0±1,7</u> 220,0±13,0	<u>6,86±0,77</u> 12,54±1,33	<u>7,98±1,49</u> 71,49±1,61	<u>0,87±0,15</u> 0,17±0,04	<u>0,044±0,009</u> 0,031±0,008	<u>12,24±0,80</u> 8,28±0,95	427
A2C0	<u>70,2±1,2</u> 140,4±8,7	<u>7,53±0,49</u> 15,64±1,17	<u>8,56±0,64</u> 90,55±9,60	<u>0,88±0,09</u> 0,18±0,05	<u>0,033±0,005</u> 0,028±0,009	<u>10,44±0,3</u> 7,74±0,58	313
A2C1	<u>35,2±1,7</u> 232,0±13,3	<u>11,47±2,50</u> 15,36±1,56	<u>9,17±1,19</u> 64,18±8,42	<u>1,24±0,25</u> 0,26±0,09	<u>0,077±0,005</u> 0,023±0,006	<u>7,92±0,82</u> 7,29±0,87	429
A1C0	<u>122,0±2,8</u> 27,4±1,4	<u>9,30±1,28</u> 13,30±0,41	<u>8,18±0,64</u> 64,35±5,38	<u>1,13±0,14</u> 0,20±0,02	<u>0,040±0,006</u> 0,035±0,005	<u>7,38±0,82</u> 6,57±0,56	289
A1C1	<u>58,2±1,8</u> 199,1±2,9	<u>13,06±1,55</u> 13,59±0,69	<u>9,54±0,56</u> 59,7±5,45	<u>1,37±0,24</u> 0,23±0,02	<u>0,042±0,008</u> 0,037±0,004	<u>8,28±0,31</u> 7,56±0,46	313
A0C0	<u>22,4±1,2</u> 29,5±1,3	<u>14,67±1,37</u> 17,51±1,11	<u>26,97±3,05</u> 82,25±6,72	<u>0,54±0,02</u> 0,21±0,01	<u>0,055±0,008</u> 0,026±0,006	<u>8,28±0,82</u> 11,88±0,60	225

\* В числителе представлены данные, полученные в апреле (04.03г) , в знаменателе за августе (08.03г).слой 0-25см.

